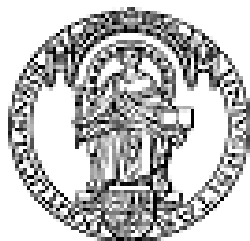


FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

**FEUP**

# **EXERCÍCIOS DE PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA COM RESTRIÇÕES**

LUÍS PAULO REIS

LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E COMPUTAÇÃO

PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA - 3º ANO

NOVEMBRO DE 2004



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia  
**FEUP**

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Licenciatura em Engenharia Informática e Computação

## Programação em Lógica

2003/2004  
LEIC  
(3º Ano)  
1º Sem

Exercícios PLS– Problemas de Lógica

### Programação em Lógica Com Restrições – Problemas de Lógica Simples

#### PLS 1. O Maquinista

Num certo comboio, os empregados eram três: o revisor, o foguista e o maquinista. Os seus nomes, por ordem alfabética, eram Ferreira, Rocha e Silva. No comboio havia, também, três passageiros com os mesmos nomes: Sr. Ferreira, Sr. Rocha e Sr. Silva São conhecidos os seguintes factos:

- O Sr. Rocha vive em Detroit.
- O revisor vive a meio caminho entre Detroit e Chicago.
- O Sr. Ferreira ganha, exactamente, 10.000 Euros por ano.
- Silva, em certa ocasião, derrotou o foguista, a jogar bilhar.
- Um vizinho do revisor, que vive numa casa ao lado da casa deste e é um dos três passageiros mencionados, ganha exactamente o triplo do que ganha o revisor.
- O passageiro que vive em Chicago tem o mesmo nome do revisor.

Pergunta-se: Qual é o nome do maquinista?

#### PLS 2. Os Três Músicos

Três músicos, João, António e Francisco, tocam harpa, violino e piano. Contudo, não se sabe quem toca o quê. Sabe-se que o António não é o pianista. Mas o pianista ensaia sozinho à Terça. O João ensaia com o Violoncelista às Quintas. Quem toca o quê?

#### PLS 3. O Centro Comercial

As Sras. Adams, Baker, Catt, Dodge, Ennis e a desleixada Sra. Fisk foram todas ao centro comercial fazer compras, uma manhã. Cada uma foi directamente ao andar em que havia, o artigo que queria comprar e cada uma delas comprou um único artigo. Compraram um livro, um vestido, uma bolsa, uma gravata, um chapéu e um candeeiro.

- Todas as mulheres, excepto a Sra. Adams, entraram no elevador no andar térreo.
- Também entraram no elevador dois homens.
- Duas mulheres, a Sra. Catt e a que comprou a gravata, saíram no segundo andar.
- No terceiro andar era a secção de vestidos.
- Os dois homens saíram no quarto andar.

- A mulher que comprou o candeeiro saiu no quinto andar e deixou a desleixada senhora Fisk saltar sozinha no sexto andar.
- No dia seguinte, a Sra. Baker, que recebeu a bolsa como presente, de surpresa, de uma das mulheres que saíra no segundo andar, encontrou seu marido agradecendo a gravata que uma das outras mulheres lhe tinha dado.

Se os livros eram vendidos no andar térreo, e a Sra. Ennis foi a sexta pessoa a sair do elevador, que foi que cada uma dessas mulheres comprou?

#### **PLS 4. A Ilha da Mentira**

Vamos visitar uma ilha especialmente interessante, onde cada um de seus habitantes ou mente o dia inteiro ou passa o dia inteiro dizendo a verdade. Mas no decorrer de um mesmo dia da semana seu comportamento é sempre constante

- Vamos falar de Jal, por exemplo: ele só mente às segundas-feiras, e diz a verdade nos demais dias da semana. Um dia ele disse: "Hoje é segunda-feira e eu sou casado". Era realmente segunda-feira? Ele era de facto casado?
- Que afirmação Jal poderia fazer numa quinta-feira, mas em nenhum outro dia da semana?
- Acontece que Jal tem um irmão chamado Tak, que mente às quintas-feiras e em nenhum outro dia da semana. Certo dia, um dos dois irmãos disse: "Amanhã é terça-feira" E exactamente uma semana mais tarde, disse "Amanhã estarei mentindo". Em que dia da semana isto se passou?
- Segundo outra versão desta história, depois de um dos irmãos ter dito "Amanhã é terça-feira" foi o outro irmão quem, uma semana mais tarde, disse: "Amanhã estarei mentindo". Se esta for a versão correcta, que dia da semana era?
- Nesta mesma ilha, a cada habitante A corresponde um habitante A' que diz a verdade nos dias em que A mente, e somente nesses dias. Por outras palavras, em qualquer dia em que A minta, A' dirá a verdade, e em qualquer dia no qual A diga a verdade, A' sempre mentirá. O comportamento de A' é sempre o oposto ao de A. Uma segunda característica da ilha é que, para cada par de habitantes A e B, existe um habitante C que diz a verdade em todos os dias nos quais tanto A quanto B dizem a verdade, e em nenhum outro dia. Ou seja, C mente em qualquer dia no qual pelo menos A ou B também minta. Dizem as más-línguas que nessa ilha ninguém diz a verdade todos os dias. Esta acusação é verdadeira ou não?

#### **PLS 5. A Fila de Carros**

Quatro carros, de cores amarelas, verde, azul, e preta, estão em fila. Sabe-se que o carro que está imediatamente antes do carro azul é menor do que o que está imediatamente depois do carro azul; que o carro verde é o menor de todos, que o carro verde está depois do carro azul, e que o carro amarelo está depois do preto. A questão a resolver é a seguinte:

O primeiro carro: a) é amarelo; b) é azul; c) é preto; d) é verde; e) não pode ser determinado com estes dados?

## **PLS 6. O Prisioneiro**

No antigo Egipto, havia um prisioneiro numa cela com duas saídas, cada uma delas com um guarda. Cada saída dava para um corredor diferente em que um dava para o campo e, portanto, para a liberdade e o outro para um fosso de crocodilos. Só os guardas sabiam qual a saída certa, mas um deles dizia sempre a verdade e outro mentia sempre. O prisioneiro não sabia nem qual a saída certa nem qual o guarda verdadeiro. Qual a pergunta (e uma só pergunta) que o prisioneiro deveria fazer a um dos guardas ao acaso, para saber qual a porta certa?

## **PLS 7. Acampamento de Férias**

Doze amigos encontram-se num acampamento de férias, são eles: João, Miguel, Nádia, Sílvia, Afonso, Cristina, Geraldo, Júlio, Maria, Máximo, Manuel e Ivone. Cada um deles tem uma bebida preferida: limonada, guaraná, whisky, vinho, champanhe, água, laranja, café, chá, vermouth, cerveja e vodka. Descubra qual é a bebida preferida de cada um sabendo que:

- No primeiro dia os amigos jogam Bridge. Numa das mesas estão juntos Geraldo, Júlio e os que gostam de vodka e cerveja; na outra mesa os que bebem vermouth e chá enfrentam a Maria e Máximo enquanto que na terceira mesa Ivone e Manuel enfrentam os que bebem café e laranja;
- No segundo dia jogam futebol em grupos de quatro: João e Miguel dominam a equipa dos que bebem chá e café; Júlio e Geraldo derrotam sem dificuldade a equipa dos que bebem guaraná e whisky, enquanto que Nádia e Maria não conseguem ganhar da equipa dos que bebem laranja e limonada;
- Os fanáticos do ténis têm somente dois campos para este desporto e jogam em duplas. Geraldo e o que gosta de água enfrentam Máximo e o que gosta de whisky, enquanto que no outro campo João e Sílvia enfrentam os que gostam de chá e vodka;
- No final destes feriados Júlio foi ao cinema com os que gostam de champanhe e água; Miguel foi ao teatro com os que gostam de guaraná e vodka; o que bebe guaraná encontrou-se com Máximo e Manuel na rua, enquanto que o que gosta de café foi nadar com Sílvia e Afonso.

## **PLS 8. O Restaurante**

Após uma intensa jornada de trabalho, Bernard, Daniel, Francisco, Henrique, Jaqueline e Luís encontram-se num restaurante. Cada um deles pede um prato diferente. Sabe-se que:

- Daniel, Jaqueline e quem pediu o peixe apreciam vinho branco;
- Francisco olha com inveja para as pessoas que pediram porco e pato com laranja;
- Bernard e Daniel estão sentados na frente dos que comem omeleta e pato com laranja;
- Bernard, Francisco e Henrique pediram, cada um, um prato de carne (i.e. porco, pato ou bife).

Quem pediu o bife? E o esparguete ao alho e óleo?

## **PLS 9. Torneio de Ciclismo**

A pequena cidade de Ílhavo organizou seu primeiro grande torneio ciclístico e após a última volta chegaram os seguintes oito corredores: Carlos, Ricardo, Raul, Tomas, Roberto, Boris, Diego e Luís.

Pede-se para encontrar a posição de chegada de cada um destes corredores sabendo que:

- A irmã de Boris aplaudiu seu marido, que chegou em sétimo
- Tomas chegou entre os quatro primeiros

- Na manhã do torneio, Raul, Tomas e o que chegou em quarto lugar, tomaram o pequeno-almoço juntos
- O terceiro colocado faz hoje o seu primeiro aniversário de casamento
- As esposas do primeiro e quarto colocados abraçaram seus maridos no final do torneio
- Diego, Boris e os que chegaram no sétimo e oitavo lugares estavam esgotados na chegada
- A esposa do quinto colocado é irmã de Roberto
- Raul e o quinto colocado estavam na frente dos oito corredores antes da última volta
- Carlos e Luís foram os dois primeiros a chegarem
- Luís, Ricardo e Boris são solteiros, os outros são casados

### **PLS 10. Reuniões Eleitorais**

Perto das eleições municipais, os líderes políticos da cidade de Xuxu organizaram, cada um, uma reunião eleitoral. As estimativas sobre as participações da população forneceram os seguintes resultados:

- 130 pessoas participaram na reunião organizada por Armivisti, 135 na de Baratin e 65 na de Compromis;
- No total, 200 pessoas mobilizaram-se, sendo que 30 participaram das três reuniões.

Quantas pessoas participaram numa única reunião?

### **PLS 11. Desportos ao Fim de Semana**

Seis amigos, Cláudio, David, Domingos, Francisco, Marcelo e Paulo são apaixonados por desporto. Eles têm muita dificuldade para passear juntos nos fins de semana, pois todos praticam um desporto diferente: ping-pong, futebol, andebol, rugby, ténis e voleibol. No fim de semana passado sabemos que:

- Marcelo foi ver o seu cunhado (que é um dos amigos) jogar ténis.
- Francisco e Paulo foram ver um dos amigos jogar voleibol.
- Domingos não gosta de rugby, pois acha um desporto violento.
- Cláudio, Francisco e o seu amigo que joga andebol foram ver a partida de rugby.
- A única irmã de David foi ver o seu marido (que é um dos amigos) jogar futebol.

Qual o desporto preferido de cada um destes 6 amigos que são todos solteiros, excepto um?

### **PLS 12. Biblioteca do João**

O João tem um móvel para classificar seus livros. Ele tem livros com capa dura, capa comum, livros de história, de literatura, uns em francês, outros em inglês. O móvel de João tem 8 compartimentos como mostra a figura abaixo:

capa comum		capa dura	
história			
literatura			
inglês	francês	inglês	francês

Classifique os livros de João, respeitando estes rótulos, sabendo que João tem:

- 52 livros de história, dos quais 27 estão em inglês;
- 34 livros encadernados com capa dura dos quais 3 são de história e em francês;
- 46 livros em inglês, a metade deles encadernados com capa comum;
- 20 livros de literatura em francês;
- 31 livros de literatura encadernados com capa comum.

Qual é o número de livros?

### PLS 13. Corrida de Automóveis

Considere uma corrida automobilística na qual seis homens estão na frente, mas, o cronista, emocionado pelo suspense da corrida, confunde e mistura os nomes dos corredores. É sabido que:

- O grupo consiste de seis homens, todos de nacionalidade diferentes. Há um alemão, um inglês, um brasileiro, um espanhol, um italiano e um francês.
- Três marcas patrocinam estes seis homens; cada marca patrocina dois deles da seguinte forma:
  - O nº1 e o alemão são corredores da marca La Vie Claire
  - O nº5 e o brasileiro são corredores da marca Sistema-V
  - O espanhol e o nº3 são corredores da marca Fagor
- Sabe-se também que:
  - Os corredores nº2 e o nº6 têm vantagem no princípio do circuito Aulne enquanto que o espanhol ficou sem gasolina
  - O italiano e o francês adiantaram-se 30 segundos do corredor nº3 na terceira volta deste circuito de 5.8 Km que deve ser repetido 11 vezes
  - O nº2 e o alemão tiveram que abandonar a prova
  - O nº1 ganha a corrida na frente do italiano

Quais os números, marcas e nacionalidades de cada corredor?

### PLS 14. Tias Excêntricas

Joana tem 5 tias na faixa de 70 anos, todas activas e com boa saúde. Elas atribuem esse seu estado ao seus hobbies e hábitos de vida. Partindo das premissas abaixo, poderia determinar o nome, a idade, o hobby, e o hábito de cada uma? Nota: Este exercício tem um pequeno erro (tente-o descobrir!)

Premissas:

- Hortênsia, que bebe tequila, é dois anos mais velha que a tia que colecciona latas de cerveja.
- A tia que resolve problemas de lógica, enquanto treina para maratona, não é Eugénia.

- A tia Honória, que têm 74 anos, não fuma cachimbo.
- A tia Letícia, que cria piranhas, não é a tia mais velha de Joana.
- A tia que come dois ovos crus por dia, é dois anos mais nova que a tia que levanta pesos.
- A tia que bebe vodka não é a Honória
- A tia que pesca salmão tem 77 anos.

### **PLS 15. Entrega Rápida**

Cinco residentes no Jardim Europa receberam encomendas de um mesmo serviço de entrega. Partindo das premissas abaixo, poderia determinar o nome, o sobrenome, o endereço e a encomenda de cada um?

Premissas:

- A encomenda do Sr. Mala continha roupas de criança.
- Nem Paula Postal, que, como a pessoa de sobrenome Bola, não mora na Rua Espanha, nem Artur receberam o catálogo de vendas.
- O residente da Rua Turquia não recebeu uma encomenda de plantas.
- Ema mora na Rua Primavera.
- O homem que morava na Rua Hungria, cujo sobrenome não é Bola, ficou contente com a chegada do seu livro.
- As plantas não foram entregues à pessoa de sobrenome Famoso que morava na Rua Sardenha, e cujo nome não é Daniel.

### **PLS 16 Líquido ou Pó?**

Um determinado produto vende-se líquido ou em pó. Uma sondagem mostrou os seguintes resultados:

- Um terço das pessoas interrogadas não utilizam o pó;
- Dois sétimos das pessoas interrogadas não utiliza o líquido;
- 427 pessoas utilizam o líquido e o pó;
- Um quinto das pessoas interrogadas não utilizam o produto.

Quantas pessoas foram interrogadas nesta sondagem?

### **PLS 17 Outra fila de carros**

Doze automóveis estão parados, em fila indiana, num cruzamento com semáforos. Sabe-se que:

- Os automóveis têm a seguinte distribuição de cores: 4 amarelos, 2 verdes, 3 vermelhos e 3 azuis;
- O primeiro e o último automóvel são da mesma cor;
- O segundo e o penúltimo são da mesma cor;
- O quinto automóvel é azul;
- Todos os conjuntos de três automóveis consecutivos têm três cores distintas;
- Partindo do primeiro automóvel para o último, é possível visualizar a sequência amarelo-verde-vermelho-azul uma única vez.

Qual a cor de cada um dos doze carros parados no semáforo?



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia  
**FEUP**

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Licenciatura em Engenharia Informática e Computação

## Programação em Lógica

2003/2004  
LEIC  
(3º Ano)  
1º Sem

### Exercícios PLAV–Programação em Lógica com Restrições Avançada

## Programação em Lógica com Restrições Avançada

### PLAV 1 Sequências Mágicas

Uma sequência mágica de comprimento  $N$  é uma sequência de inteiros  $X_0, X_1, \dots, X_{n-1}$  tal que para todo o  $i=0,1,\dots,n-1$ :

- $X_i$  é um inteiro entre 0 e  $n-1$
- O número  $i$  ocorre exactamente  $x_i$  vezes na sequência.

Construa um programa em CLP para calcular sequências mágicas de comprimento  $n$ .

### PLAV 2 Hexágono Mágico

Os números 1 e 19 devem ser colocados no padrão seguinte:

A, B, C  
D, E, F, G  
H, I, J, K, L,  
M, N, O, P,  
Q, R, S

De forma que a soma de todas as diagonais seja igual:

$$\begin{aligned}A+B+C &= D+E+F+G = \dots = Q+R+S = 38 \\A+D+H &= B+E+I+M = \dots = L+P+S = 38 \\C+G+L &= B+F+K+P = \dots = H+M+Q = 38\end{aligned}$$

Construir um programa em CLP para resolver o problema.

### PLAV 3 Luzes

Cada um dos quadrados pode estar num de dois estados: aceso/apagado. Se um jogador “clicar” num quadrado, então esse quadrado e todos os quadrados nas mesmas linha e coluna mudarão de estado. O objectivo do puzzle é, dado um estado inicial, acender todos os quadrados no mínimo de “clicks” possível.

A B C D  
E F G H  
I J K L  
M N O P

### PLAV 4 Golomb Ruler



Um “Golomb Ruler” é um conjunto de inteiros  $a(1) < a(2) < \dots < a(n)$  tal que todas as diferenças  $a(i)-a(j)$  ( $i > j$ ) sejam distintas. Pode-se assumir que  $a(1)=0$ .  $a(n)$  é o comprimento do Golomb Ruler. Para um dado número de valores,  $n$ , estamos interessados em encontrar o Golomb Ruler mais curto (ótimo). Construir um programa em CLP para resolver este problema.

### PLAV 5 Tomografia

Uma matriz binária (0/1) é vista ao raio-X, isto é, unicamente através da soma de valores em cada linha e coluna. O problema é reconstruir a matriz a partir desta informação. Exemplo:

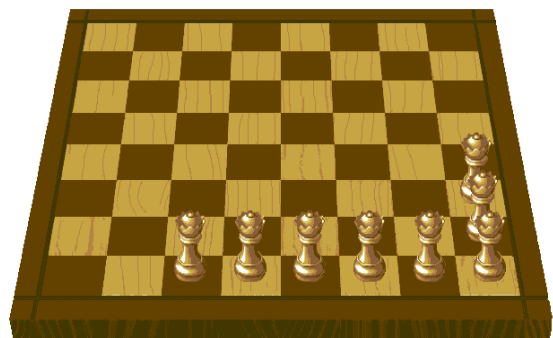
```

0 0 7 1 6 3 4 5 2 7 0 0
0
8      * * * * * * * *
2      *                      *
6      *   * * * *   *
4      *   *       *   *
5      *   *   * *   *
3      *   *           *
7      *   * * * * * *
0
0

```

### PLAV 6 Amazons

Remover 3 rainhas (para qualquer outra cãs do tabuleiro) de forma a que 11 casas do tabuleiro não estejam atacadas. As três rainhas não precisam de ser removidas por movimentos de rainha (isto é, podem ser colocadas em qualquer casa livre do tabuleiro). Construa um programa que encontre a única solução deste problema.



### PLAV 7 Ataques de Damas

Quantas rainhas são necessárias e em que posições para que todas as casas desocupadas de um tabuleiro de xadrez fiquem atacadas por uma das rainhas?

### PLAV 8 Azulejos

Construir um programa para cobrir um quadrado de uma dada dimensão com azulejos quadrados de determinadas dimensões. Exemplos:

```

% problem(Numero, Tamanho_Quadrado, Lista_Tamanhos_Azulejos)
problem(1, 19, [10,9,7,6,4,4,3,3,3,3,3,2,2,2,1,1,1,1,1]).
problem(2,112, [50,42,37,35,33,29,27,25,24,19,18,17,16,15,11,9,8,7,6,4,2]).
problem(3,175, [81,64,56,55,51,43,39,38,35,33,31,30,29,20,18,16,14,9,8,5,4,3,2,1]).

```

### PLAV 9 Transportes Simples

Suponha 3 fábricas com determinadas capacidades, 4 clientes com determinadas procuras e custos de transporte entre eles. Construir um programa CLP para organizar o transporte de forma a que os custos sejam mínimos.

### PLAV 10 Torneio de Golfe

Temos 32 golfistas que vão jogar individualmente um torneio em N semanas. Pretende-se que cada jogador só jogue uma vez com cada um dos outros. Qual o número mínimo de semanas antes de haver repetições. Construir um calendário utilizando CLP para este torneio.

### PLAV 11 Localização de Armazéns

Uma fábrica tem de entregar bens a um conjunto de clientes e tem à sua disposição um número finito de localizações onde pode construir armazéns. Para a construção de um armazém temos um dado custo. Existe também um custo variável de transporte de bens aos clientes dependendo da distância. O problema consiste em determinar o número e localização dos armazéns que minimize os custos.

### PLAV 12 Puzzle de Dominós

Existem 28 dominós 0-0 até 6-6 (0-0, 0-1, 0-2, ..., 5-5, 5-6, 6-6). São colocados de forma aleatória numa forma rectangular de forma a que:

- Existam 8 números na horizontal e 7 na vertical.
- Não existe relação entre quadrados adjacentes
- Os dominós podem ser colocados em qualquer posição:

Horizontal:    3-5,    5-3

Vertical:        3        5

                  5        3

O objectivo é reconstruir as fronteiras dos dominós (isto é determinar em que posição está cada uma das 28 peças no puzzle) de forma a que cada dominó seja utilizado unicamente uma vez.

Exemplo de puzzle:

```
3 1 2 6 6 1 2 2
3 4 1 5 3 0 3 6
5 6 6 1 2 4 5 0
5 6 4 1 3 3 0 0
6 1 0 6 3 2 4 0
4 1 5 2 4 3 5 5
4 1 0 2 4 5 2 0
```

### PLAV 13 Escalonamento Simples do Dia do Sr. Paulino

Um problema de escalonamento simples. O Sr. Paulino nunca acorda antes das 6h da manhã mas necessita de acordar uma hora antes de apanhar o autocarro para o trabalho. A viagem de autocarro demora pelo menos uma hora. O Sr. Paulino não sai do trabalho antes de trabalhar pelo menos 8

horas, após o que demora pelo mais de uma hora a chegar a casa e poder ligar a sua televisão. No entanto o Sr. Paulino não resiste a ver pelo menos 3 horas de televisão antes de se deitar.

Utilize as variáveis: WakeUp, TakeBus1, StartWork, TakeBus2, TurnTVOn, FallASleep e construa um escalonador para o dia do Sr. Paulino. As variáveis devem estar nos limites 1..24.

### Solução:

```
schedule(Times) :-
    Times = [WakeUp,TakeBus1,StartWork,TakeBus2,TurnTVOn,FallASleep],
    domain(Times,1,24),
    WakeUp #>= 6,
    WakeUp    #< TakeBus1    - 1,
    TakeBus1   #< StartWork  - 1,
    StartWork  #< TakeBus2   - 8,
    TakeBus2   #< TurnTVOn   - 1,
    TurnTVOn   #< FallASleep - 3.

% Test 1 :
% schedule(Day).
% Test 2 :
% WU::7..9, FAS::20..22, schedule([WU,TB1,SW,TB2,TV,FAS]).
```

### PLAV 14 O Jardim Infantil

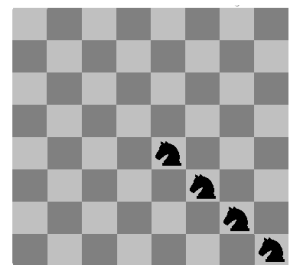
Num jardim infantil, as educadoras têm o hábito de levar as crianças para um passeio diário. Existem 15 crianças que, em cada caminhada, são dispostas em cinco filas de três, de modo a que cada uma tenha dois companheiros.

- O problema consiste em escalonar as caminhadas de modo a que nenhuma criança tenha a companhia do mesmo colega mais do que uma vez em cada semana.
- Generalize para o caso de  $n$  crianças dispostas em  $m$  filas de forma a que cada criança tenha  $p$  companheiros

### PLAV 15. Divisão de um Tabuleiro

Como dividir o seguinte tabuleiro de Xadrez em quatro partes exactamente iguais de modo e que exactamente um cavalo fique em cada uma das partes.

- Construa um programa em PLR capaz de resolver este problema.
- Generalize para o caso de divisão em  $n$  partes dadas as localizações de  $n$  cavalos.

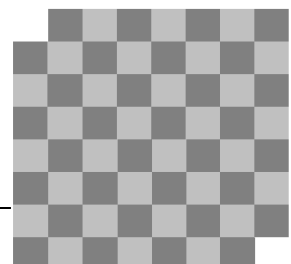


### PLAV 16. Fracções Unitárias

Com os algarismos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 0, represente dois números fraccionários cuja soma seja a unidade. Cada algarismo deve ser utilizado uma e uma só vez.

### PLAV 17. Dominó e Xadrez

Suponha que retirarmos dois quadrados de cantos opostos de um tabuleiro de xadrez como mostra a figura anexa.



- a) Será possível cobrir os quadrados restantes completamente utilizando 31 peças de dominó?
- b) Suponha o caso em que são retiradas  $2 \cdot n$  quadrados de localizações especificadas. Será possível cobrir o tabuleiro utilizando  $32 - n$  dominós?

### **PLAV 18. Empresa de Encadernação**

Numa empresa de encadernação existem 4 trabalhadores encadernadores, 3 de escritório e 2 embaladores. Pretende-se determinar uma escala semanal desses trabalhadores de forma a satisfazer as seguintes restrições:

- Os encadernadores e embaladores trabalham 5 dias por semana, os do escritório apenas 4;
- Os encadernadores e embaladores não podem trabalhar 4 dias seguidos, e os empregados de escritório não podem trabalhar mais de 2 dias seguidos;
- Se num dia só estiverem escalados 2 encadernadores, deverão estar 3 embaladores;
- Em nenhum dia podem trabalhar 2 encadernadores e 2 embaladores.
- Em cada dia devem estar 6 trabalhadores na empresa;

Experimente modelos distintos para este problema e compare a sua eficiência na resolução.

### **PLAV 19. Horários Simples**

Pretende-se construir um horário escolar respeitando as seguintes restrições:

- Existem 4 disciplinas, D1 a D4, cada uma com a seguinte escolaridade (para os alunos que as frequentam):
  - D1 – 3 Teóricas e 2 Laboratoriais;
  - D2 – 3 Teóricas e 2 Laboratoriais;
  - D3 – 3 Teóricas e 2 Práticas;
  - D4 – 2 Teóricas, 1 Prática e 1 Laboratorial.
- As aulas teóricas têm a duração de uma hora, as práticas duas horas e as laboratoriais 3 horas;
- Para as aulas práticas e laboratoriais os alunos são divididos em duas turmas T1 e T2;
- Os alunos da turma T1 não frequentam a disciplina D4 e os da turma T2 não frequentam a disciplina D3;
- Existem apenas duas salas onde se podem leccionar tanto as aulas teóricas como as práticas/laboratoriais, de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> feira, entre as 8 horas e as 13 horas (5 horas diárias)
- As aulas teóricas da mesma disciplina não podem ser dadas em três dias consecutivos (a mas a 2<sup>a</sup> feira não é consecutiva da 6<sup>a</sup> feira);
- Em ambas as turmas não há aulas teóricas depois das aulas práticas/laboratoriais;
- Não há duas aulas práticas/laboratoriais da mesma disciplina no mesmo dia, mesmo que sejam para turmas distintas;
- Uma turma não pode ter as aulas práticas ou laboratoriais da mesma disciplina em dias seguidos.

19a) Experimente modelações distintas deste problema e compare a sua eficiência na resolução.

19b) Verifique se existem soluções que satisfaçam a restrição adicional de não ocorrerem em dias consecutivos as 2 aulas teóricas da disciplina D4. Verifique se existem soluções que satisfaçam a restrição adicional de não existirem em nenhum dia mais de 3 aulas teóricas.